

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

И. С. Александров

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ТГВ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Калининград
2023

УДК 697.343

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры строительства ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»
А.А. Герасимов

Александров, И. С.

Энергосбережение в системах ТГВ: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по направ. подгот. 08.03.01 Строительство / **И. С. Александров.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 23 с.

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал содержит методические материалы по изучению дисциплины, которые включают тематический план занятий, методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы, вопросы для самоконтроля по темам, оценочные средства и критерии оценивания.

Список лит. – 12 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 25.10.2023 г., протокол № 12

УДК 697.343

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Александров И.С., 2023 г.

Содержание

Введение	4
1. Тематический план занятий	9
2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов.....	17
Список рекомендуемой литературы.....	18
Приложение А. Образец бланка задания на курсовую работу	20

Введение

Дисциплина *Энергосбережение в системах ТГВ* входит в состав основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»).

Целью освоения дисциплины является формирование соответствующих знаний, умений и навыков в области энергосбережения при проектировании и установке систем теплогазоснабжения и вентиляции на строительных объектах различного назначения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: принципы энергосбережения; принципы работы теплоэнергетического оборудования и систем; основы теплотехнических измерений и приборов, метрологию; нормативно-методические документы, нормы и правила в области энергосбережения; требования охраны труда при проведении энергетического обследования теплотехнического оборудования и систем; экономическую составляющую энергосберегающих технологий; методики расчета параметров теплоэнергетических ресурсов и сред; теорию организации производственных процессов.

Уметь: анализировать техническую и отчетную документацию и сопроводительные документы; определять условия и порядок подключения измерительной аппаратуры для снятия характеристик и параметров; обеспечивать выполнение требований охраны труда при проведении работ по энергетическому обследованию рабочего объекта; рассчитывать теплоэнергетические показатели, характеристики оборудования и систем на объекте капитального строительства; анализировать техническую и проектную документацию на теплотехническое оборудование и системы; снимать показания измерительных приборов и приборов учета и анализировать их; определять экономическую эффективность проводимых энергосберегающих мероприятий; составлять разделы энергетического паспорта и отчета по

результатам энергетического обследования оборудования теплотехнических систем.

Владеть: навыками согласования объекта капитального строительства, режима проведения обследования теплотехнического оборудования, порядка допуска специалистов к оборудованию для установки приборов и снятия показаний; навыками анализа графика работы теплопотребителей и теплогенерирующего оборудования; навыками установки измерительных приборов и обработки показаний; навыками регулирования требований охраны труда для персонала во время проведения энергетического обследования теплотехнического оборудования и систем; навыками определения параметров тепловой энергии, влияющих на работу персонала и оборудования на объекте капитального строительства; навыками расчета теплоэнергетических параметров и характеристик теплотехнического оборудования; навыками расчета потерь тепловой энергии в системах; навыками оценки энергетической эффективности оборудования теплотехнических систем; навыками анализа полученных данных по теплопотреблению и наличию теплотехнического оборудования и инженерно-технических систем на объекте капитального строительства; навыками разработки рекомендаций по повышению энергетической эффективности теплотехнического оборудования и инженерно-технических систем с определением капитальных затрат и сроков окупаемости; навыками составления разделов энергетического паспорта и раздела отчета по результатам энергетического обследования энергосистем.

Дисциплина опирается на компетенции, знания, умения и навыки студентов, полученные при изучении дисциплин *Термодинамика и теплообмен, Вентиляция, Теплоснабжение, Кондиционирование, Отопление, Автоматизация систем ТГВ.*

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания и вопросы для практических занятий;
- задания для курсовой работы;
- тестовые задания по дисциплине.

В соответствии с учебным планом по дисциплине *Энергосбережение в системах ТГВ* предусмотрены практические работы. На выполнение некоторых практических работ необходимо затратить более двух академических часов.

Перед началом выполнения практической работы обучающиеся изучают задание, и после методических указаний преподавателя приступают к его выполнению. Защита работы проводится либо на очередном практическом занятии, либо в часы индивидуальных или групповых консультаций преподавателя. Обучающийся, защитивший работу с ответами на вопросы, получает оценку «зачтено» за данную практическую работу.

Задание для выполнения курсовой работы обучающиеся получают в начале семестра. Целью выполнения курсовой работы является формирование компетенций, связанных с профессиональной деятельностью, систематизация знаний, умений, навыков, полученных при изучении теоретического курса. При этом обучающемуся дается возможность самостоятельного решения отдельных вопросов, связанных с проектированием и расчетом аппаратов утилизации теплоты.

Основная часть пояснительной записки курсовой работы состоит из двух разделов. В течение семестра преподаватель осуществляет текущий контроль выполнения разделов курсовой работы на практических занятиях. Образец бланка задания на курсовую работу представлен в Приложении А.

Тестовые задания по дисциплине используются для текущего контроля освоения дисциплины. Тестирование студентов проводится на практических занятиях. Каждый вариант теста включает в себя 15 вопросов, на каждый из которых приведены три-четыре варианта ответа, в том числе один правильный. Оценивание осуществляется по следующим критериям: «зачтено» – 50-100 % правильных ответов на заданные вопросы; «не зачтено» – менее 50 % правильных ответов.

Промежуточная аттестация по дисциплине *Энергосбережение в системах ТГВ* проводится в форме защиты курсовой работы и в форме зачета.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся тестовые задания. Критерии выставления оценки представлены в таблице 1.

Выполненная курсовая работа представляется для проверки на кафедре строительства не позднее, чем за неделю до даты проведения промежуточной аттестации по дисциплине. После проверки курсовая работа допускается к защите или отправляется на доработку. Если курсовая работа отправляется на доработку, следует устранить все замечания, указанные преподавателем, и повторно сдать её на проверку.

Если курсовая работа допускается к защите, студент должен быть готовым дать все необходимые пояснения по расчетам, чертежам и содержанию работы. По результатам защиты выставляется оценка, при этом учитываются правильность выполнения заданий, оформление работы, а также качество защиты.

Условия допуска к зачету для студентов:

1. Выполненные и защищенные в полном объеме практические работы, предусмотренные программой.
2. Выполненная курсовая работа.
3. Выполненный на оценку «зачтено» тест.

Порядок и правила выставления зачета по дисциплине преподаватель сообщает обучающимся в начале учебного семестра.

Таблица 1 – Система и критерии оценивания

Система оценок Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
Осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1. Тематический план занятий

Тема 1. Общие сведения об энергосбережении в зданиях и сооружениях

Ключевые вопросы темы

1. Потребление энергии в зданиях и сооружениях. Виды и источники энергии, применяемые для жизнеобеспечения зданий и сооружений. Основные термины и определения.
2. Классификация энергосберегающих мероприятий и методы экономии энергии в зданиях и сооружениях.
3. Технические, экономические, экологические и социальные аспекты энергосбережения.
4. Нормативно-правовая база энергосбережения. Структура и состояние нормативно-правовой базы энергосбережения в России, странах СНГ и Евросоюза.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Какие существуют методы экономии энергии на жизнеобеспечение зданий?
2. Приведите классификацию энергосберегающих мероприятий?
3. Какие существуют экономические и социальные аспекты энергосбережения?
4. Структура и состояние нормативно-правовой базы энергосбережения в России?
5. Регулирование вопросов энергосбережения за рубежом.

Тема 2. Термодинамические, теплофизические и экологические основы энергосбережения

Ключевые вопросы темы

1. Некоторые основные понятия термодинамики. Уравнение первого и второго законов термодинамики. Термодинамические потенциалы и

характеристические функции.

2. Основные положения теплообмена. Теплопроводность. Конвекция. Лучистый теплообмен.
3. Тепло- и массообмен между влажным воздухом и растворами солей. Физико-математическое описание задачи тепло- и массопереноса в рабочих средах.
4. Виды и модели тепло- и массопередачи в аппаратах кондиционирования и утилизации теплоты. Предельные равновесные состояния рабочих сред в тепло- и массообменных аппаратах. Безразмерные параметры и обобщенные характеристики процесса тепло- и массопередачи в аппаратах кондиционирования воздуха и утилизации теплоты.
5. Экологические основы энергосбережения. Принцип устойчивого развития.

Тема практической работы 1. Анализ циклов тепловых энергетических процессов, холодильных установок и тепловых насосов.

Цель работы: Получения навыков в работе с диаграммами состояния рабочих веществ. Умение определять удельные показатели и рассчитывать показатели эффективности циклов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Что принято называть термодинамической системой?
2. Какие Вы знаете термодинамические функции состояния?
3. Запишите уравнение второго закона термодинамики?
4. Понятие эксергии.
5. Какой закон лежит в основе теории теплопроводности?
6. Какие Вы знаете основные безразмерные комплексы теплового подобия?
7. Каковы особенности теплоотдачи при поперечном обтекании пучка труб?
8. Основные законы теплового излучения.
9. Основные теплофизические свойства веществ и материалов, применяемых в строительстве и системах жизнеобеспечения зданий.
10. Особенности применения растворов солей в аппаратах утилизации

теплоты.

11. Система уравнения для полного физико-математического описания задачи тепло- и массопереноса в рабочих средах в одномерном описании.
12. Какие вы знаете модели тепло- и массопередачи в аппаратах кондиционирования и утилизации теплоты?
13. Формы записи безразмерных параметров процесса тепло- и массопередачи в аппаратах утилизации теплоты.

Тема 3. Аппараты утилизации теплоты

Ключевые вопросы темы

1. Классификация теплоутилизаторов и их термодинамические показатели.
2. Воздухо-воздушные рекуператоры.
3. Установки утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем. Основы расчета тепло- и массопереноса в установках утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем.
4. Установки с теплообменниками из тепловых трубок.
5. Регенераторные воздухо-воздушные теплоутилизаторы. Расчет тепло- и массопереноса в регенеративных теплообменниках.
6. Парокомпрессионные тепловые насосы.
7. Абсорбционные преобразователи теплоты.

Тема практической работы 2. Конструктивный расчет воздухо-воздушного рекуператора.

Цель работы: Получения навыков в расчете рекуперативного воздухо-воздушного теплоутилизатора. Уметь выбирать тип, типоразмер, поверхность нагрева. Определять параметры среды после теплоутилизатора.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Приведите классификацию установок утилизации теплоты?
2. Особенности расчета и выбора воздухо-воздушных рекуператоров?
3. Критериальные уравнения для расчета воздухо-воздушных рекуператоров?

4. Технологические схемы утилизаторов теплоты с промежуточным теплоносителем.
5. Основные расчетные зависимости для расчета тепло- и массопереноса в установках утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем.
6. Преимущества и недостатки регенераторных воздухо-воздушных теплоутилизаторов.
7. Особенности расчета тепло- и массопереноса в регенеративных теплообменниках.
8. Принципиальная схема парокompрессионного теплового насоса.
9. Показатели эффективности работы теплового насоса.
10. Принцип и последовательность работы абсорбционных преобразователей теплоты.
11. Рабочие вещества в абсорбционных преобразователях теплоты.

Тема 4. Повышение энергетической эффективности инженерных систем зданий

Ключевые вопросы темы

1. Принципы проектирования энергоэффективных зданий.
2. Энергетические возможности наружного климата. Оптимальный учет воздействия наружного климата в тепловом балансе здания.
3. Общие требования энергоэффективности зданий.
4. Снижение тепловых потерь зданий. Снижение потерь теплоты через окна. Герметизация и организация вентиляции в зданиях с минимизацией потерь теплоты.
5. Повышение энергетической эффективности систем отопления. Регулирование теплоотдачи отопительных приборов. Энергосберегающие режимы работы системы отопления.
6. Повышение энергетической эффективности систем вентиляции и кондиционирования. Методика расчета годовых расходов энергии и на

обработку воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха с учетом сменности работы. Мероприятия по снижению расхода приточного воздуха. Снижение затрат энергии в результате утилизации теплоты вытяжного воздуха.

7. Повышение энергетической эффективности в системах теплоснабжения. Целевые индикаторы повышения энергоэффективности в системах теплоснабжения.
8. Энергосберегающие мероприятия в системах водоснабжения и водоотведения.
9. Использование тепловых насосов для повышения энергетической эффективности систем жизнеобеспечения.
10. Повышение эффективности систем газоснабжения.

Тема практической работы 3. Расчет годовых расходов теплоты в системах вентиляции.

Цель работы: Пользуясь композиционным законом распределения, определить годовой расход теплоты системой вентиляции при нагревании наружного воздуха с заданным расходом.

Тема практической работы 4. Выбор оборудования и разработка схем учета тепловой энергии и теплоносителя на источнике теплоты и у потребителя.

Цель работы: ознакомиться с методологией учета тепловой энергии и теплоносителя, средствами учета тепловой энергии.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Каковы пути сокращения расхода энергии в зданиях?
2. Что понимают под энергоэффективным зданием?
3. Принципы проектирования энергоэффективных зданий.
4. Каким образом можно учесть воздействия наружного климата в тепловом балансе здания?
5. В чем состоит задача оптимизации ориентации и размеров здания?
6. Общие требования энергоэффективности к зданиям.

7. Каковы методы снижения тепловых потерь зданий?
8. Что служит показателем энергетической эффективности систем отопления?
9. Какие существуют классы энергетической эффективности системы отопления?
10. Перечислите мероприятия по энергосбережению в системах отопления с экспертными оценками потенциала энергосбережения?
11. От каких факторов зависит энергопотребление круглогодичными системами приточной вентиляции (СВ) и кондиционирования воздуха (СКВ)?
12. Перечислите типовые мероприятия по энергосбережению в системах вентиляции (СВ) и кондиционирования (СКВ)?
13. Изложите методику расчета годовых расходов энергии и на обработку воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха?
14. Основные направления энергосбережения при распределении тепловой энергии.
15. Основные мероприятия программ развития и модернизации тепловых сетей.
16. Целевые индикаторы повышения энергоэффективности в системах теплоснабжения.
17. Причины перерасхода энергии в системах водоснабжения (в том числе обратного) и водоотведения?
18. Тепловые насосы в системах вентиляции и кондиционирования.
19. Преимущества применения внедрение электронных моделей систем газоснабжения и теплоснабжения?

Тема 5. Общий анализ энергетической эффективности и технико-экономической целесообразности проектных решений зданий и сооружений

Ключевые вопросы темы

1. Основные показатели эффективности систем утилизации и преобразования теплоты. Термодинамические показатели. Термоэкономические показатели.
2. Технико-экономическое обоснование энергосберегающих мероприятий.
3. Методологические основы оценки эффективности энергосберегающих проектов.
4. Ситуационный анализ энергосберегающих мероприятий (проектов).
5. Формулы совмещенного расчета прибыли и денежного потока.
6. Оценка проектов с учетом инфляции.
7. Показатели коммерческой эффективности энергосберегающих мероприятий.
8. Упрощенные расчеты показателей эффективности энергосберегающих мероприятий.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Как классифицируются показатели эффективности систем утилизации и преобразования теплоты?
2. Назовите основные термодинамические показатели эффективности систем утилизации и преобразования теплоты?
3. Назовите основные термоэкономические показатели эффективности систем утилизации и преобразования теплоты?
4. Основные принципы оценки эффективности инвестиционных проектов?
5. В чем заключается ситуационный анализ энергосберегающих мероприятий?
6. Запишите формулы совмещенного расчета прибыли и денежного потока?
7. Как производится оценка проектов с учетом инфляции?
8. Какие существуют показатели коммерческой эффективности энергосберегающих мероприятий?
9. Упрощенные расчеты показателей эффективности ЭСМ.

Тема 6. Основы энергоаудита зданий

Ключевые вопросы темы

1. Энергетический менеджмент.
2. Содержание и основные задачи энергоаудита. Цели и этапы энергоаудита.
3. Инструментальное обследование потребителей.
4. Разработка основных рекомендаций и мероприятий по энергосбережению.
5. Энергетическая сертификация зданий.
6. Управление инженерными системами зданий.

Тема практической работы 5. Разработка энергетического паспорта организации.

Цель работы: ознакомиться с назначением и методиками разработки энергетических паспортов, ознакомиться с перечнем мероприятий по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Каковы основные функции энергоменеджмента?
2. Сформулируйте понятие Энергетический аудит?
3. Какие существуют этапы энергоаудита?
4. Что включает в себя отчет по энергосбережению?
5. Назначение энергетического паспорта?
6. Что включает в себя этап согласования отчетной документации по энергосбережению?
7. Понятие "интеллектуальное здание" ("умный дом").
8. Особенности математической модели теплового режима здания для системы управления.

2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является обязательной частью образовательного процесса. Наряду с изучением лекционного материала необходимо самостоятельно более подробно рассмотреть указанные в данном пособии темы. Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретического материала с использованием учебно-методических пособий, нормативной документации в области энергосбережения и энергоэффективности. Только после этого можно приступать к выполнению практических заданий работ.

После проработки теоретического материала, выполнения практической работы нужно ответить на вопросы для самоконтроля. Ответы должны быть развернутыми, опираться на данные из нормативной документации, дополнительной литературы, материалов исследований и своего опыта.

При освоении данной дисциплины студент должен выполнить практические задания, пройти тестирование.

При выполнении практических заданий следует придерживаться следующих правил:

- условия задач должны полностью соответствовать варианту;
- решение задачи необходимо сопровождать пояснениями и подробными вычислениями.

Практические задания рекомендуется начинать выполнять сразу после прослушивания необходимого теоретического материала на лекциях

Тестирование проводится на практических занятиях, каждый вариант теста включает в себя 15 вопросов.

Список рекомендуемой литературы

1. Каменев, П.Н. Вентиляция: учеб. / П.Н. Каменев, Е.И. Тертичник. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: АСВ, 2011. - 631 с. – ISBN 978-5-93093-436-3.
2. Штокман, Е. А. Теплогазоснабжение и вентиляция: учеб. пособие / Е. А. Штокман, Ю. Н. Карагодин. - Москва: АСВ, 2011. - 171 с. – ISBN 978-5-93093-737-4.
3. Основы энергосбережения водоподающих систем в жилищно-коммунальном хозяйстве: учеб. пособие / И. М. Головных [и др.]. - Москва: АСВ, 2005. - 96 с. - ISBN 5-93093-396-0.
4. Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения: в 2 кн.: справ. / Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев, В. Г. Лисиенко. - Москва: Теплотехник, 2005. Кн. 2. - 760 с. – ISBN 5-98457-034-3 (кн.2).
5. Дмитриев, А. Н. Энергосбережение в реконструируемых зданиях / А. Н. Дмитриев, П. В. Монастырев, С. Б. Сборщиков. - Москва: АСВ, 2008. - 208 с. – ISBN 978-5-93093-597-4.
6. Надежность и эффективность технических систем: междунар. сб. науч. трудов / Калинингр. гос. техн. ун-т, Мор. акад., Щецин; [редкол.: В. В. Пухов (отв. ред.), О. В. Ключ (зам. отв. ред.), Я. Мысловский]. - Калининград: КГТУ, 2007. - 133, [1] с. – ISBN 5-94826-166-2.
7. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*. - Москва, 2012. - 113 с.
8. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – Москва, 2007. – 31 с.
9. Кокорин, О.Я. Установки кондиционирования воздуха / О.Я. Кокорин. - Москва: Машиностроение, 1978.
10. Трубаев П.А. Тепловые насосы: учебное пособие / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.

11. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие / С. С. Кутателадзе. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.

12. Справочник модуля: Энергоэффективность в инженерных системах / А. А. Герасимов, И. С. Александров, П. И. Дорохов; Калинингр. гос. техн. ун-т. - Калининград: КГТУ, 2015. – 264 с.

Приложение А. Образец бланка задания на курсовую работу

Калининградский Государственный Технический Университет
Кафедра строительства

Задание

на разработку курсового проекта по дисциплине “Энергосбережение в системах ТГВ”

Студент _____ ИМТЭС
Группа _____

Тема проекта: **Расчет систем утилизации теплоты**

Исходные данные к проекту :

Часть 1 – *Расчет системы утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем*

1. Пункт строительства: г. Москва
2. Расход удаляемого воздуха, L_y : 18000 м³/ч
3. Температура удаляемого воздуха, t_{y1} : 23 °С
4. Энтальпия удаляемого воздуха, h_{y1} : 38 кДж/кг
5. Расход приточного воздуха, $L_{пн}$: 20000 м³/ч
6. Температура приточного воздуха, $t_{пн}$: 11 °С
7. Энтальпия приточного воздуха, $h_{пн}$: 12 кДж/кг
8. Температура рабочей зоны, t_b : 20 °С
9. Влажность рабочей зоны, ϕ_b : 38%

Часть 2 – *Расчет парокомпрессионной теплонасосной установки*

1. Тепловая нагрузка, $Q_{тн}$: 300 кВт
2. Температура холодного теплоносителя на входе в тепловой насос, $t_{н1}$: 5 °С
3. Температура холодного теплоносителя после теплового насоса, $t_{н1}$: -5 °С
4. Температура горячего теплоносителя на входе в тепловой насос, $t_{н1}$: 35 °С
5. Температура горячего теплоносителя после теплового насоса, $t_{н1}$: 45 °С
6. Температура окружающей среды, t_o : -10 °С
7. Перепады температуры на выходе из теплообменников: испарителя $\Delta t_{исп}$, конденсатора $\Delta t_{к}$, переохладителя $\Delta t_{по}$: 5 °С
8. Температура перегрева пара в промежуточном теплообменнике, $\Delta t_{п}$: 20 °С
9. Хладагенты: R22, R152a

Рабочая программа проектирования:

Расчетная часть - пояснительная записка объемом 25-30 страниц.

Содержание расчетной части

Расчет системы утилизации теплоты с промежуточным теплоносителем

Введение.

1. Построение на $h-d$ диаграмме режима функционирования системы утилизации теплоты вытяжного воздуха в холодный период.
2. Определение количества утилизируемого тепла и температуры приточного воздуха после теплоутилизатора.
3. Определение требуемых параметров и расхода промежуточного теплоносителя.
4. Вычисление безразмерных параметров и критериев подобия, характеризующих работу системы теплоутилизации.
5. Определение типа, типоразмера и числа калориферов в теплоутилизационной установке.
6. Определение аэродинамического сопротивления теплообменников по наружному и удаляемому воздуху.

Расчет парокомпрессионной теплонасосной установки

1. Определение температуры и давления испарения фреона. Определение параметров фреона на входе в компрессор.
2. Определение температуры и давления конденсации фреона. Определение параметров фреона на выходе из конденсатора.
3. Определение параметров фреона на выходе из компрессора.
4. Определение параметров фреона после процесса дросселирования.
5. Определение удельных тепловых нагрузок в узлах теплового насоса.
6. Расчет показателей энергетической эффективности теплового насоса.
7. Определение полных нагрузок в узлах теплового насоса.
8. Тепловой расчет и выбор испарителя.
9. Тепловой расчет и выбор конденсатора.
10. Расчет переохладителя и промежуточного теплообменника

Заключение.

Список использованной литературы.

Графическая часть - 1 лист формата А1.

Состав графической части проекта

1. Принципиальная технологическая схема теплоутилизационной установки с промежуточным теплоносителем с указанием основных параметров.
2. Выкопировка с $h-d$ диаграммы расчетного режима функционирования системы утилизации теплоты в холодный период года.
3. Схема обвязки воздухонагревателей по приточному, либо вытяжному каналу.
4. Принципиальная технологическая схема теплонасосной установки с указанием основных параметров, а также характеристик основного оборудования.
5. Выкопировка с $lgP-h$ диаграммы термодинамических циклов работы теплонасосной установки.
6. Общий вид теплообменных аппаратов (конденсатора и испарителя) с необходимыми разрезами, сечениями.

Локальный электронный методический материал

Игорь Станиславович Александров

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ТГВ

Редактор И. В. Голубева

Уч.-изд. л. 1,7. Печ. л. 1,4.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1